Expositionswirkungskurven zum urbanen Gewerbelärm

Vorabergebnisse eines Forschungsvorhabens im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA)

H. Arps, S. Benz, J. Kuhlmann, D. Schreckenberg, S. Schütte

ZUSAMMENFASSUNG Die Einführung des urbanen Gebietes in § 6a BauNVO [1] dient der Optimierung der Innenentwicklung, um die Inanspruchnahme von Flächen „auf der grünen Wiese" zu reduzieren [2-3]. Sie soll insbesondere den Kommunen die Planung von funktionsgemischten Gebieten in innerstädtischen Lagen erleichtern [3-4]. Die Kommunen können so – zum Zwecke der verstärkten Nutzungsmischung und um mehr Wohnraum zu schaffen – Wohnen und Gewerbe enger zusammenbringen. Um diese Ziele zu erreichen, wurden die zulässigen Immissionsrichtwerte der TA Lärm [5] für urbane Gebiete auf 63 dB(A) im Beurteilungszeitraum Tag (6-22 Uhr) und auf 45 dB(A) im Beurteilungszeitraum Nacht (22-6 Uhr) festgesetzt. Damit liegt der Immissionsrichtwert tagsüber 3 dB über dem der Mischgebiete; nachts ist der zulässige Immissionsrichtwert identisch. Diese Erhöhung wird vom Gesetzgeber begründet mit einem Duldungswillen bzw. Akzeptanz der Bevölkerung vor dem Hintergrund der damit verbundenen Vorteile: der „Stadt der kurzen Wege". Das Forschungsvorhaben konzentriert sich auf die Untersuchung der Geräuschimmissionen in innerstädtisch verdichteten Gebieten und geht der Frage nach, wie sich die Lärmsituation dort auf die Bevölkerung auswirkt. Damit betritt das Vorhaben Neuland; vergleichbare Untersuchungen liegen nach Kenntnis der Autorinnen und Autoren dazu bislang nicht vor. Die hier ermittelten und dargestellten Expositionswirkungskurven konzentrieren sich auf die Auswirkungen von „urbanem Gewerbelärm". Davon umfasst sind die Gewerbelärmquellen, die typischerweise in innerstädtischem Gebiet vorzufinden sind, das heißt Gastronomie, Einzelhandel und kleinere Gewerbebetriebe oder auch Tankstellen.

Exposure-Impact-Curves on urban commercial noise

ABSTRACT The introduction of the urban area in § 6a BauNVO serves to optimize inner city development in order to reduce the use of „greenfield" sites [2-3]. In particular, it is intended to make it easier for municipalities to plan mixed-function areas in inner-city locations [3-4]. In this way, municipalities can bring housing and commerce closer together – for the purpose of increasing the mix of uses and creating more residential space. In order to achieve these goals, the permissible immission guide values of TA Laerm [5] for urban areas were set at 63 dB(A) in the assessment period daytime (6 am-2 pm) and at 45 dB(A) in the assessment period nighttime (10 pm-6 pm). Thus, the immission guide value during the day is 3 dB above that of the mixed areas; at night the permissible immission guide value is identical. This increase is justified by the legislator with a will to tolerate or acceptance of the population against the background of the associated advantages: the city of short distances. The research project concentrates on the investigation of noise immission in densely populated inner-city areas and investigates the question of how the noise situation there affects the population. The project thus breaks new ground; to the authors' knowledge, there have been no comparable studies up to date. The exposure-impact curves determined and presented here concentrate on the effects of „urban commercial noise". This includes sources of commercial noise typically found in inner-city areas, i.e., restaurants, retail stores, and small commercial operations, as well as gas stations.

1 Das urbane Gebiet nach BauNVO

Die Herausforderungen für Kommunen, den Bedarf an innerstädtischem Wohnraum zu bedienen, sind groß. Sie können entweder durch Umwidmung oder durch Nachverdichtung entsprechende Flächen zur Verfügung stellen. Dabei können Konflikte auftreten: Die Fläche im Innenbereich muss so verteilt und genutzt werden, dass die Bedarfe der dort wohnenden und arbeitenden Bevölkerung gewahrt werden, keine Verdrängung vorhandener Nutzungen stattfindet und die verbleibenden räumlichen Möglichkeiten möglichst so ausgestaltet werden, dass ein gedeihliches Miteinander erreicht wird.

Der Gesetzgeber trug dem Bedarf nach verstärkter innerstädtischer Nachverdichtung Rechnung: Am 13.05.2017 trat das „Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie 2014/52/EU im Städtebaurecht und zur Stärkung des neuen Zusammenlebens in der Stadt"[6] vom 04.05.2017 in Kraft. Das urbane Gebiet wurde durch den § 6a BauNVO als neue Art der baulichen Nutzung ein-

geführt. Zu diesem Zweck wurden das Baugesetzbuch (BauGB) [7], die Baunutzungsverordnung (BauNVO) und die Planzeichenverordnung (PlanZV) [8] geändert. Parallel zur Einführung des urbanen Gebiets erfolgte die Änderung der Sechsten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz, der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) [5]. Der zulässige Immissionsrichtwert ist für das urbane Gebiet auf 63 dB(A) im Beurteilungszeitraum Tag (6-22 Uhr) festgesetzt worden. Damit liegt der Immissionsrichtwert 3 dB(A) über dem der Mischgebiete. Nachts wurde der zulässige Immissionsrichtwert von 45 dB(A) übernommen, der auch für Mischgebiete gilt.

Die „Stadt der kurzen Wege" hat unbestreitbar Vorteile. Der Flächenverbrauch kann so wirksam gesenkt werden; der Wunsch nach kurzen Wegen, um die multifunktionalen Bedarfe des Wohnens, Arbeitens und der Nahversorgung zu decken, wird bedient. Allerdings ist damit auch ein Heranrücken an bereits bestehende oder noch zu schaffende Gewerbeflächen – mitsamt des damit verbundenen Verkehrs – unausweichlich. Lärmkonflikte können somit in den Vordergrund rücken. Die Geräuschsituation für die Bevölkerung in derart enger Nachbarschaft mit unterschiedlichen Schallquellen und vor allem deren planerische Bewältigung ist von herausragender Bedeutung, soll das „neue Zusammenleben in der Stadt" auf Dauer tragfähig sein.

1.1 Anwendungsbereich

§ 6a BauNVO sieht vor, dass die urbanen Gebiete dem Wohnen dienen sowie der Unterbringung von Gewerbebetrieben und sozialen, kulturellen und anderen Einrichtungen, „soweit sie die Wohnnutzung nicht wesentlich stören". Die Nutzungsmischung muss nicht gleichgewichtig sein (vgl. Abs. 1). Zulässig sind mithin (Abs. 2) Wohngebäude, Geschäfts- und Bürogebäude, Einzelhandelsbetriebe, Schank- und Speisewirtschaften sowie Betriebe des Beherbergungsgewerbes, sonstige Gewerbebetriebe und Anlagen für Verwaltungen sowie für kirchliche, kulturelle, soziale, gesundheitliche und sportliche Zwecke. Ausnahmsweise können zugelassen werden (Abs. 3): Vergnügungsstätten (soweit sie nicht wegen ihrer Zweckbestimmung oder ihres Umfangs nur in Kerngebieten allgemein zulässig sind) und Tankstellen.

Der neue Baugebietstyp erlaubt den Kommunen, dass künftig auch in stark verdichteten Gebieten Wohnungen gebaut und Gebäude als Wohnraum genutzt werden dürfen. Handwerksbetriebe sollen dennoch nicht aus der Innenstadt verdrängt werden. Es deutet sich an, dass das urbane Gebiet vornehmlich in dicht besiedelten Großstädten Anwendung findet. Allerdings ist die Größe einer Gemeinde irrelevant für die Zulässigkeit der Festsetzung eines urbanen Gebietes. Diese mögliche Einschränkung findet sich weder im Gesetz selbst noch in der Gesetzesbegründung und wird auch von Gerichten so gesehen [9]. Eine Ausweisung als urbanes Gebiet ist also durchaus auch in kleineren Kommunen möglich.

1.2 Lärmschutz im urbanen Gebiet

Die Erhöhung des Immissionsrichtwertes des urbanen Gebietes (tags um 3 dB(A) gegenüber dem Mischgebiet) wird vom Gesetzgeber mit einem unterstellten Duldungswillen der dort wohnenden Bevölkerung gerechtfertigt. Die Anwohnenden seien gewillt, die Mehrbelastung aufgrund der Vorteile der „Stadt der kurzen Wege" zu tragen. Es erstaunt, dass für die Begründung der Mehrbelastung keine lärmwirkungsbasierten Untersuchungen herangezogen wurden. Umso mehr, als es in der damaligen Debatte in Bundestag und Bundesrat durchaus um den gesundheitlichen Schutz der Bevölkerung ging. Diese Debatte bezog sich aber nahezu ausschließlich auf die zunächst gleichfalls vorgesehene Erhöhung des Immissionsrichtwertes für den Nacht-Zeitraum. Hier war in einem ersten Entwurf ebenfalls eine Erhöhung um 3 auf 48 dB(A) vorgesehen, die dann aber verworfen wurde. Ohne die weiteren Ergebnisse der Befragung vorwegzunehmen, kann hier eines bestätigt werden: Das Forschungsvorhaben konnte feststellen, dass die Anwohnenden die Vorteile der „Stadt der kurzen Wege" wahrnehmen und auch gutheißen. Die Nutzungsmischung wird grundsätzlich positiv bewertet. Die Nachverdichtung an sich wird mithin als vorteilhaft von den Teilnehmenden der Befragung wahrgenommen. Dass damit auch eine Mehrbelastung „geduldet" wird, konnten die Forschenden nicht feststellen (dazu mehr unter Abschnitt 3.2.2 und 3.2.3 sowie [10]).

Der Schutz der menschlichen Gesundheit vor Lärm (hier vor urbanem Gewerbelärm) spielt eine bedeutende Rolle in der Bauleitplanung der Gemeinden und bei der Beantragung und Erteilung von Baugenehmigungen. Bei der Aufstellung von Bauleitplänen (Flächennutzungs- und Bebauungspläne) sind gem. § 1 Abs. 7c) BauGB auch die Lärmschutzbelange der Menschen mit den anderen öffentlichen (z. B. Schaffung von Wohnraum) und privaten (z. B. denen von Gewerbetreibenden) Belangen abzuwägen. Dafür lässt die Gemeinde in der Regel ein schalltechnisches Gutachten erstellen, um die Geräuschimmissionen, denen die Anwohnenden ausgesetzt sein können, zu berechnen. Für die Beurteilung der Zumutbarkeit von gewerblichen Geräuschimmissionen werden die Immissionsrichtwerte der TA Lärm herangezogen [5]. Die TA Lärm ist eine Orientierungshilfe, von der – als Ergebnis der Abwägung – in Ausnahmefällen abgewichen werden kann; allerdings entfaltet sie als normkonkretisierende Verwaltungsvorschrift für die Behörden eine mittelbare rechtliche Außenwirkung.

Daneben gibt die DIN 18005-1 „Schallschutz im Städtebau" [12] Hinweise zur Berücksichtigung des Schallschutzes. Sie richtet sich an die planenden Gemeinden und gilt nicht für die Anwendung in Genehmigungs- und Planfeststellungsverfahren. Im zugehörigen Beiblatt 1 [13] sind als Zielvorstellung für die städtebauliche Planung schalltechnische Orientierungswerte angegeben. Die Einführung des urbanen Gebietes ist in dieser Norm bzw. dem Beiblatt 1 nicht berücksichtigt. Die Norm wird jedoch derzeit überarbeitet. Es liegt ein Entwurf [14] vor, der bis zum 07.03.2022 kommentiert werden konnte. Im Entwurf werden als schalltechnische Orientierungswerte für das urbane Gebiet die Werte des Mischgebietes mit 60 und 45 dB(A) vorgeschlagen – momentan ist also keine Erhöhung entsprechend der TA Lärm vorgesehen.

Die planende Kommune hat das Gebot der planerischen Konfliktbewältigung zu beachten. Dieses sieht vor, dass jeder Bauleitplan die ihm zuzurechnenden Konflikte bewältigen muss und der Plandurchführung nur das überlassen darf, was diese an zusätzlichem Interessenausgleich tatsächlich zu leisten vermag [15]. Werden die Immissionsrichtwerte bei der geplanten Ausweisung des urbanen Gebietes nicht oder auch nur „knapp" eingehalten, ist die Kommune gezwungen, Vorkehrungen zu treffen, um diese Exposition zu reduzieren. Sie kann sich nicht darauf verlassen, dass die nachfolgenden einzelnen Zulassungsverfahren im Geltungsbereich des Bebauungsplans die Lärmproblematik lösen.

So hat das BVerwG in seinem Urteil vom 29.11.2012 [16] im Leitsatz festgehalten: „Das Rücksichtnahmegebot des § 15 Abs. 1 Satz

2 Alt. 2 BauNVO eröffnet im Anwendungsbereich der TA Lärm nicht die Möglichkeit, der durch einen Gewerbebetrieb verursachten Überschreitung der Außen-Immissionsrichtwerte bei einem Wohnbauvorhaben durch Anordnung von passivem Lärmschutz zu begegnen". Es bleibt mithin dabei, dass die Bauleitplanung diese Konflikte lösen muss und nicht auf die Einzelgenehmigungen verweisen kann.

Dabei sollte die Konfliktbewältigung bei Lärmproblemen in innerstädtischen Verdichtungsgebieten in mehreren Stufen [17] erfolgen. Architektonische und bauliche Ansätze stehen dafür zur Verfügung. Primär wichtig erscheint die zweckmäßige Zuordnung von unverträglichen Nutzungen, um dem Trennungsgrundsatz des § 50 BImSchG zu genügen. Erst danach sind bauliche oder technische Vorkehrung zur Vermeidung von Geräuschbelastungen in Erwägung zu ziehen (z. B. Lärmschutzanlagen). Hiernach kann auf Schallschutzmaßnahmen im Rahmen der „architektonischen Selbsthilfe" zurückgegriffen werden.

2 Gebietsauswahl und Ermittlung der Geräuschbelastung

Es wurde eine Bevölkerungsbefragung durchgeführt, welche die Frage adressiert, welchen Belastungen durch urbanen Gewerbelärm die Bevölkerung in verdichteten Gebieten ausgesetzt ist sowie wie die dort lebenden Menschen diese Belastungen wahrnehmen. Zunächst wurden Untersuchungsgebiete ausgewählt und die dortige Geräuschbelastung ermittelt. Die Bevölkerungsbefragung wurde dann in den ausgewählten Untersuchungsgebieten durchgeführt (siehe Abschnitt 3).

2.1 Auswahl der Untersuchungsgebiete

Für das Forschungsvorhaben sind fünf Untersuchungsgebiete ausgewählt worden, die sich in großen bundesdeutschen Ballungsräumen befinden. Die Auswahl erfolgte nach einer umfassenden Recherche und Vorauswahl, nachdem zunächst Vorüberlegungen zur Auswahl der Untersuchungsgebiete getroffen wurden. Es sollte unter anderem gewährleistet sein, dass sich die Untersuchungsgebiete möglichst gut auf das gesamte Gebiet der Bundesrepublik verteilen. Weiterhin sollten sie vom Mangel an innerstädtischem Wohnraum und dem Bedarf zur Nachverdichtung geprägt sein. Dabei stellte sich als eine maßgebliche Schwierigkeit heraus, dass ein wesentlicher Teil der zunächst betrachteten Gebiete aufgrund noch laufender Bauaktivitäten stark lärmvorbelastet war und deswegen als nicht geeignet eingestuft wurde.

Die (baulichen) Veränderungen bzw. Umstrukturierungen im Untersuchungsgebiet könnten die Befragung beeinflussen. Dieser Aspekt ist in der Lärmwirkungsforschung als „Change-Effekt" bekannt und meint, dass sich die Lärmbelästigung im Falle einer Änderung der Geräuschbelastung verändert. Sie kann dann anhand von Expositionswirkungsfunktionen, die unter steady-state-Bedingungen gewonnen wurden, nicht vorhergesagt werden [18].

Anhand der Erkenntnisse aus den Recherchen sowie den Ortsterminen wurde schrittweise ein Kriterienkatalog zur Gebietsauswahl erarbeitet. Die Kriterien dienten bei der Auswahl zur Orientierung, von der in begründeten Fällen abgewichen werden konnte. Sie umfassten u. a. einen Maximalwert zur gewünschten Flächengröße (bis zu 100 ha Gesamtfläche), der idealen Einwohnerdichte (> 5 000 Einwohnende/km²) und zur städtebaulichen Struktur, die urbanen Charakter im Sinne von § 6a urbane Gebiete der BauNVO [(1)] besitzen sollte.

Wünschenswert war eine Nutzungsmischung im Untersuchungsgebiet, die durch das Nebeneinander von Wohn- und Gewerbenutzungen gekennzeichnet ist und Lärmkonflikte im Sinne der TA Lärm [(5)] erwarten lässt bzw. verursachen kann. Weiterhin sollte im Untersuchungsgebiet eine Nach- bzw. Innenverdichtung stattgefunden haben, die abgeschlossen ist. Dagegen sollten keine wesentlichen Änderungen bzw. Umbrüche stattgefunden haben, die im Rahmen der Befragung Niederschlag finden könnten (z. B. umfangreiche Bautätigkeiten, siehe oben).

Auf Grundlage der Vorüberlegungen und des Kriterienkatalogs wurden neben konkreten Praxisbeispielen weitere Hinweise zu potenziellen Untersuchungsgebieten aus themenverwandten Forschungsvorhaben und Fachveranstaltungen aufgegriffen und auf ihre Eignung überprüft. Dabei wurden sowohl aktuell laufende als auch bereits abgeschlossene Forschungsvorhaben untersucht (z. B. [19]). Es wurden abschließend fünf Untersuchungsgebiete ausgewählt (**Tabelle 1**).

2.2 Ermittlung der Geräuschbelastung

Die Ermittlung der Geräuschbelastung diente dazu, bei der anschließenden Hauptbefragung den Teilnehmenden die berechnete Geräuschbelastung für die jeweils betroffene Wohneinheit innerhalb der fünf Untersuchungsgebiete zuweisen zu können. Es wurden Berechnungen zum Gewerbelärm sowie zum Landverkehrslärm (Straße und Schiene) durchgeführt, die jeweils die aktuelle Geräuschimmissionssituation abbilden. Sie erfolgten, entsprechend der üblichen Vorgehensweise sowie des geltenden Lärmschutzrechts, streng nach den einschlägigen Regelwerken getrennt nach den auftretenden Geräuscharten. Messungen oder eine Gesamtlärmbetrachtung waren nicht Bestandteil des Forschungsvorhabens.

Für die Herleitung der maßgeblichen Geräuschemissionen sind im ersten Schritt die Eingangsdaten recherchiert und beschafft worden, die den schalltechnischen Berechnungen zugrundegelegt wurden (z. B. Hausumringe, Verkehrsmengen oder Lärmschutzanlagen). Während zum Teil die erforderlichen Daten als „Open-Data" frei verfügbar in einem Geodaten-Portal zur Verfügung

Tabelle 1 Auswahl der Untersuchungsgebiete.

Untersuchungsgebiet	Größe	Lage	Lärmquellen
Dortmund – Rheinische Straße	ca. 32 ha	Stadtbezirk Innenstadt-West; Unionsviertel	Gewerbe, Straße und Schiene
Duisburg – Innenhafen	ca. 70 ha	Stadtbezirk Mitte	Gewerbe, Straße und Schiene
Hamburg – Große Bergstraße	ca. 20 ha	Stadtbezirk Altona	Gewerbe und Straße
Leipzig – Karl-Liebknecht-Straße	ca. 68 ha	Stadtbezirk Süd (Südvorstadt)	Gewerbe, Straße und Schiene
München – ehemaliges Agfa-Gelände	ca. 30 ha	Stadtbezirk Obergiesing-Fasangarten	Gewerbe und Straße

standen, mussten die Geodaten zum Teil bei verschiedenen Akteuren angefragt und beschafft werden. Weiterhin wurden die jeweiligen Stadtplanungsämter, die als zentrale Anlauf- und Koordinierungsstellen für die betrachteten Fragestellungen angesehen werden, mit der Bitte um Unterstützung angeschrieben. Mithilfe einer Zusammenstellung aller verwendeten Daten und Planunterlagen wird dieser Arbeitsschritt im Abschlussbericht des Forschungsvorhabens dokumentiert (Metadatenkatalog) [10].

Die Berechnungsansätze und Annahmen zur Herleitung der Emittenten innerhalb der Untersuchungsgebiete wurden mithilfe von Ortsbegehungen ergänzt. Durch Inaugenscheinnahme wurden alle sichtbaren Geräuschquellen kartiert. Im Rahmen dieser Ortstermine sind somit Emittenten wie die Freisitze im Bereich der Gastronomie, private Stellplatzanlagen oder Handwerksbetriebe identifiziert und erfasst worden. Diese Ortsbegehungen haben im Zeitraum Dezember 2018 bis März 2019 stattgefunden.

Anhand der zur Verfügung stehenden Planunterlagen sowie auf Grundlage der Erkenntnisse aus den Ortsterminen wurden für die fünf Untersuchungsgebiete Emissionskataloge erstellt, die alle immissionsrelevanten Schallquellen inkl. der maßgeblichen Kenngrößen (Einwirkzeit, örtliche Ausdehnung etc.) beschreiben. Der Katalog umfasst für alle Untersuchungsgebiete jeweils die vor Ort auftretenden Schallquellen (Gewerbe, Straße und ggf. Schiene).

Die Emittenten wurden für die Ermittlung des Gewerbelärms mithilfe von Emissionsansätzen auf Basis von Technischen Richtlinien bzw. Leitfäden (z. B. Parkplatzlärmstudie Bay LfU 2007 [20]) sowie der Fachliteratur (z. B. Schallemission von Betriebstypen, Forum Schall 2016 [21]) zeitlich und örtlich differenziert erfasst und rechnerisch ermittelt. Die entsprechenden Grundlagen zur Berechnung des Straßen- und Schienenverkehrslärms ergaben sich aus den beiden zugehörigen Berechnungsvorschriften: Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-19) [22] und Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03) [23].

Nachdem sich die Arbeiten im Forschungsvorhaben pandemiebedingt verzögert hatten, bestand die Notwendigkeit, die Ansätze und Annahmen aus den Ortsterminen zu überprüfen. Deswegen sind im Juli und August 2021 die Untersuchungsgebiete erneut bereist worden. Dabei hat sich bestätigt, dass sich eine Reihe von Änderungen ergeben haben (z. B. neue Verkehrsführungen, Ansiedlung neuer Betriebe bzw. Wegfall von Emittenten). Diese wurden in die schalltechnischen Ausbreitungsmodelle eingearbeitet und die zugehörigen Dokumentationen entsprechend aktualisiert. Der urbane Typus der ausgewählten Untersuchungsgebiete ist überall unverändert erhalten geblieben.

Der Charakter der in den Untersuchungsgebieten auftretenden Emittenten entspricht nicht dem typischer gewerblicher Bauflächen. Großflächige Gewerbeanlagen sind nur im Einzelfall vertreten (z. B. Möbelhaus). Es handelt sich fast mehrheitlich um kleine Gewerbeeinheiten. Für die Nutzungs- bzw. Betriebszeiten kann überwiegend ein 24 h-Betrieb bzw. 3-Schichtbetrieb ausgeschlossen werden (Bsp.-Ausnahme: Tankstellen). Die Betriebstätigkeiten finden im Schwerpunkt während des Beurteilungszeitraums Tag (6-22 Uhr) statt. Bei der großen Mehrzahl der Emittenten handelt es sich um Betriebe aus der Dienstleistungsbranche bzw. der Gastronomie sowie des Einzelhandels. Weiterhin verteilen sich die Betriebe innerhalb der Untersuchungsgebiete auf kleine Teilflächen.

Aus diesen Gründen besitzt der in den Untersuchungsgebieten auftretende bzw. rechnerisch ermittelte Gewerbelärm eine für Gebiete, die einen urbanen Charakter aufweisen, typische Struktur und Qualität. Die Betriebsaktivitäten finden überwiegend zeitlich und örtlich eingeschränkt statt, sodass keine Belastungen aus großflächigen und geräuschintensiven Nutzungen Gegenstand der Untersuchung sind. Seitens der Forschungsnehmenden wird deswegen betont, dass auf Grundlage dieser kartierten und rechnerisch ermittelten Gewerbelärmquellen allein Aussagen und Schlussfolgerungen für urbanen Gewerbelärm möglich sind.

Mithilfe von Ausbreitungsberechnungen wurden die zu erwartenden Geräuschimmissionen unter Berücksichtigung der aktuellen Bebauung berechnet. Für die fünf Untersuchungsgebiete wurden der urbane Gewerbelärm sowie der Straßen- und zum Teil der Schienenverkehrslärm rechnerisch ermittelt. Die Ermittlung der Geräuschsituation in der Nachbarschaft der Gewerbeanlagen erfolgt auf Grundlage der TA Lärm [5] in Verbindung mit weiteren Normen und Richtlinien (z. B. DIN ISO 9613-2 [24]). Die Ermittlungen wurden mithilfe des schalltechnischen Berechnungsprogramms CadnaA der Datakustik GmbH durchgeführt. Das Softwarepaket erfüllt die Anforderungen der DIN 45687 Akustik – Softwareerzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmission im Freien –, Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen [25].

Man kann somit unterstellen, dass die Lärmbetroffenheit eine Belastung abbildet, die durch urbanen Gewerbelärm verursacht wird. Es ergeben sich durch den gewerblichen Anlagenlärm rechnerisch Geräuschimmissionen, die die maßgeblichen Immissionsrichtwerte an der Mehrzahl der betrachteten Immissionsorte deutlich unterschreiten. Die schalltechnischen Berechnungen zum Straßenverkehr weisen dagegen für die betrachteten Immissionsorte tags und nachts fast durchgängig deutlich höhere Beurteilungspegel auf bzw. der Straßenverkehr stellt die dominierende Geräuschquelle in den Untersuchungsgebieten dar. Es wurden jeweils Einzelpunktberechnungen durchgeführt, indem adressgenaue Berechnungen ausschließlich für die Wohneinheiten vorgenommen wurden, deren Bewohner an der Belästigungsbefragung teilgenommen haben.

Als Pegelgrößen wurden Mittelungspegel für den gesamten Tageszeitraum (0-24 Uhr) sowie die beiden nach deutschen

Tabelle 2 Übersicht Pegelgrößen zur Ermittlung der Geräuschbelastung.

Pegelgröße	Zeitfenster	Gewerbe	Straße	Schiene
Mittelungspegel	Tag (0-24, 24 h)	L_{den}	L_{den}	L_{den}
	Tag (6-22, 16 h)	$L_{r,Tag}$ bzw. $L_{Aeq,16\,h}$	$L_{r,Tag}$ bzw. $L_{Aeq,16\,h}$	$L_{r,Tag}$ bzw. $L_{Aeq,16\,h}$
	Nacht (22-6, 8 h)	L_{night} bzw. $L_{Aeq,8\,h}$	L_{night} bzw. $L_{Aeq,8\,h}$	L_{night} bzw. $L_{Aeq,8\,h}$
	Nacht (22-6, lauteste Stunde)	$L_{r,Nacht}$ bzw. $L_{Aeq,1\,h}$	-	-
Maximalpegel	Tag (6-22) & Nacht (22-6)	L_{AFmax}	-	-

Lärmschutzrecht üblichen Beurteilungszeiträume Tag (6-22 Uhr) und Nacht (22-6 Uhr) ermittelt (siehe **Tabelle 2**). Für den Straßen- und Schienenverkehrslärm wurden jeweils der Beurteilungspegel $L_{r,Tag}$ in dB(A) für den Tag (6-22 Uhr) und der Beurteilungspegel $L_{r,Nacht}$ in dB(A) für die Nacht (22-6 Uhr) berechnet. Beim Gewerbelärm werden die gemäß A.3.3.1 TA Lärm [5] notwendigen Messwertarten berücksichtigt: Mittelungspegel L_{Aeq} für den Tag (16 h) und die Nacht (lauteste Stunde). Sie werden jeweils in Form von Beurteilungspegeln L_r ausgewiesen. Zusätzlich wird beim Gewerbelärm der Maximalpegel L_{AFmax} zur Beurteilung kurzzeitiger Geräuschspitzen, getrennt für die beiden Beurteilungszeiträume Tag und Nacht, ermittelt. Die wesentlichen Eckpunkte der schalltechnischen Berechnungen sind in der **Tabelle 3** stichwortartig zusammengefasst.

3 Lärmwirkung, Expositionswirkungskurven

3.1 Methode

3.1.1 Vorgehen

Im Vorfeld der Befragung in den fünf Untersuchungsgebieten wurde eine qualitative Vorstudie mit 19 Personen durchgeführt, deren Ergebnisse vorrangig für die Konzeption des Erhebungsinstruments für die Hauptbefragung genutzt wurden. Mittels Fokusgruppen und vertiefenden Interviews wurden Bewohnende urbaner Gebiete zur Wohnqualität ihrer Wohngebiete und zur Wahrnehmung von und Umgang mit urbanem Gewerbelärm befragt.

Die Meldedaten der in den Untersuchungsgebieten lebenden erwachsenen Personen wurden von den zuständigen Meldeämtern zur Verfügung gestellt. Eine Zufallsstichprobe in den ausgewählten Gebieten wurde postalisch mit der Bitte um Teilnahme an der Studie angeschrieben und erhielt neben einem Anschreiben eine Datenschutzerklärung sowie ein Begleitschreiben des Umweltbundesamts. Die Hauptbefragung wurde von Juli 2021 bis September 2021 durchgeführt. Eine Teilnahme war entweder online oder telefonisch (CATI-System) möglich.

3.1.2 Befragungsinhalte

Der Fragebogen zur Bevölkerungsbefragung umfasste insgesamt 161 Fragen. Folgende Befragungsinhalte fanden Einzug in den Fragebogen:

- Beurteilung der Wohnqualität und Wohnbedingungen (z. B. Zufriedenheit mit Wohnumgebung, Gebäudeart, Wohndauer)
- Allgemeine Beurteilung des Wohngebiets im Sinne der Nutzungsmischung der „Stadt der kurzen Wege“ (z. B. ÖPNV, Einkaufsmöglichkeiten, Grünflächen, Lautstärke)
- Lärmbelästigung insgesamt und durch verschiedene Arten des Umgebungslärms (z. B. Gewerbe, Straßenverkehr, Nachbarschaft) (entsprechend [27, 29])
- Gewerbelärmbedingte Störungen von Aktivitäten tagsüber (Konzentration, Ruhe/Entspannung, Kommunikation) und nachts (Schlafstörungen).
- Nicht-akustische Faktoren wie Lärmempfindlichkeit, Empfindlichkeiten gegenüber Umweltbelastungen und Gesundheitsstatus
- Etwaige Corona-Pandemiebedingte wahrgenommene Veränderungen in Belastung durch und Wirkung von Gewerbelärm im Wohngebiet
- Soziodemographische Angaben.

Der Fragebogen wurde zur Kontrolle und Verbesserung der Qualität einem Pretest unterzogen. Als Ergebnis des Pretests wurden an dem Fragebogen geringfügige Anpassungen vorgenommen. Der gesamte Fragebogen ist in [10] zu finden.

Tabelle 3 Eckpunkte der schalltechnischen Berechnungen.

Geräuschquelle	Annahme
Allgemein	repräsentative Immissionspunktehöhe: 1. Obergeschoss (5,3 m über Gelände).
	Die Immissionspunkte werden jeweils den Fassadenseiten zugeordnet, die zur nächstgelegenen Straße (entsprechend der Postanschrift) orientiert sind.
	Die Pegelwerte werden gerundet ohne Nachkommastelle für die weitergehenden Auswertungsschritte ausgegeben: Rundungsregeln nach DIN 1333-Zahlenangaben (1992)[26].
Gewerbelärm	Berechnung auf Grundlage des allgemeinen Verfahrens nach Abschnitt 7.3.1 der DIN ISO 9613-2 [24].
	Die Berechnungen werden anhand von A-bewerteten Schallleistungspegeln für die Mittenfrequenz f = 500 Hz durchgeführt.
	Die Reflexionen werden zur 1. Reflexionsebene berücksichtigt.
	Für die Gebäudefassaden wird ein Reflexionsverlust in Höhe von 1 dB zugrundegelegt.
	Die Bodenabsorption G gemäß DIN ISO 9613-2 [24] wird innerhalb der Untersuchungsgebiete rechnerisch mit G = 0,3 zugrundegelegt.
	Die meteorologische Korrektur C_{met} wird bei der Berechnung der äquivalenten Dauerschallpegel mit C_0 = 2 dB berücksichtigt.
	Berechnung der Geräuschpegel im Beurteilungszeitraum Tag (6-22 Uhr) inkl. Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit nach 6.5 TA Lärm [5].
Straßenverkehrslärm	Berechnung streng nach den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-19)[22], z. B. eine Reflexionsebene, Emissionspunktehöhe 0,5 m GOK.
Schienenverkehrslärm	Berechnung streng nach dem Regelwerk Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03)[23], z. B. drei Reflexionsebenen, Emissionspunktehöhe 0,0 m SOK (0,6 m GOK).

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Beschreibung der Stichprobe und deren Wohnbedingungen

Insgesamt haben 1 275 Personen an der Befragung teilgenommen (**Tabelle 4**). Die Rücklaufquote variierte zwischen den Untersuchungsgebieten und betrug zwischen 2,7 und 11,3 %; im Mittel wurde eine Rücklaufquote von 9,3 % erzielt.

Tabelle 1 zeigt die deskriptive Statistik der Gesamtstichprobe. Im Durchschnitt nahmen etwa 50 % Frauen und 50 % Männer teil; wenige Personen identifizierten sich als divers. Das Durchschnittsalter betrug 51 Jahre (SD = 18,4). Der Großteil der Stichprobe wohnte, wie für die Gebäudestruktur von urbanen Gebieten typisch, in Wohnungen von Mehrfamilienhäusern. Die Gesamtstichprobe war im Durchschnitt „ziemlich" zufrieden mit der Wohnumgebung sowie Haus bzw. Wohnung. Ein Gefühl von Crowding, also „räumlicher Beengung bzw. Überfüllung im Wohngebiet, das mit einem Gefühl von Belastung und Stress"[(30) S. 75] verbunden ist, war in der Stichprobe eher gering ausgeprägt. Die Nutzungsmischung im Wohngebiet wurde durchschnittlich als positiv bewertet.

Tabelle 4 Deskriptive Statistik zur Gesamtstichprobe.

		N	%		
Geschlecht					
	weiblich	634	49,8		
	männlich	635	49,8		
	divers	5	0,4		
	Gesamt	1274			
Gebäudeart					
	freistehendes Einfamilienhaus	17	1,3		
	Reihenendhaus	21	1,6		
	Reihenmittelhaus	30	2,4		
	Doppelhaushälfte	14	1,1		
	Wohnung in einem mehrstöckigen Mehrfamilienhaus	1191	93,6		
	Gesamt	1273			
Eigentumsstatus					
	Eigentümer/in	293	23,0		
	Mieter/in	981	77,0		
		N	***M* (*SD*)**	**Min**	**Max**
Alter		1258	50,8 (18,4)	19	96
Wohnzufriedenheit (Wohnumgebung)		1275	4,0 (0,9)	1	5
Wohnzufriedenheit (Wohnung/Haus)		1275	4,0 (0,9)	1	5
Gefühl von Crowding		1275	2,1 (0,8)	1	5
Beurteilung der Nutzungsmischung		1270	4,3 (0,6)	1,3	5
Aufenthaltsqualität im Freien		1271	3,8 (0,8)	1	5
Geräuschbelastung					
	Gewerbe L_{den}	1275	29,3 (12,2)	8,9	69,0
	Gewerbe $L_{r,Tag}$	1275	28,8 (12,3)	9,5	66,5
	Straße L_{den}	1275	61,7 (7,9)	39,8	80,9
	Straße $L_{r,Tag}$	1275	59,6 (7,9)	37,7	78,8
Reaktionen					
Belästigung durch Gewerbelärm		1275	1,6 (0,9)	1	5
Belästigung durch Straßenverkehrslärm		1275	2,6 (1,2)	1	5
Schlafstörungen durch Gewerbelärm		1274	2,1 (1,1)	1	5

Anmerkungen: N = Anzahl, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung (standard deviation), Min = Minimum, Max = Maximum.

3.2.2 Geräuschbelastungen, Lärmbelästigung und Schlafstörungen

Die Belastung durch unterschiedliche Lärmquellen wurde in Form von den Beurteilungspegeln $L_{r,Tag}$ und L_{den} erfasst. Im Durchschnitt hat die Stichprobe eine mittlere Geräuschbelastung durch Gewerbelärm am Tag von $L_{r,Tag}$ 28,8 dB(A) (SD = 12,3), s. **Tabelle 4**. Der mittlere Straßenverkehrspegel hingegen liegt bei 59,6 dB am Tag ($L_{r,Tag}$). Die TA Lärm gibt Immissionsrichtwerte für urbane Gebiete von tagsüber 63 dB(A) an; für die Nacht liegt dieser bei 45 dB(A). Diese Werte werden nur bei wenigen Teilnehmenden erreicht (fünf Personen $L_{r,Tag}$ > 63 dB(A); 111 Personen $L_{r,Nacht}$ > 45 dB(A)). Die Lärmbelästigung durch urbanen Gewerbelärm liegt in der Gesamtstichprobe bei M = 1,6 (SD = 0,9); höher fallen dagegen die Schlafstörungen durch urbanen Gewerbelärm aus mit M = 2,1 (SD = 1,1). Im Vergleich fällt die Lärmreaktion auf Straßenverkehrslärm etwas höher aus (M = 2,6; SD = 1,2).

Mittels Kovarianzanalysen wurde überprüft, ob sich die Untersuchungsgebiete bezüglich der relevanten Lärmreaktionen Belästigung und Schlafstörung durch urbanen Gewerbelärm über etwaige Expositionsunterschiede hinaus unterscheiden. Da sich im Hinblick auf die Belästigung durch urbanen Gewerbelärm keine signifikanten Unterschiede unter Berücksichtigung der Belastung ($L_{r,Tag}$ und L_{den}) zeigten, wurden die Analysen anhand der Gesamtstichprobe durchgeführt. Die ermittelte Belastung jeder teilnehmenden Person wurde mit den Urteilen über Belästigung und Schlafstörungen durch urbanen Gewerbelärm in Beziehung gesetzt. Mittels einer Faktorenanalyse wurden aus den Belästigungsurteilen zu Einzelgewerbequellen die Belästigung durch die Geräusche von vier Gewerbegruppen (Faktoren) identifiziert: Gastronomie, Fahrzeuge, Handel und Kleinbetriebe, Handwerk und Werkstätten.

3.2.3 Zusammenhänge zwischen Geräuschbelastungen und Befragungsangaben

Korrelationsanalysen wurden durchgeführt, um einen Überblick über den Zusammenhang zwischen den Expositionsmaßen untereinander sowie mit den Wirkungsmaßen zu erhalten. **Bild 1** zeigt die Stärke dieser Zusammenhänge.

Die Expositionsmaße L_{den} und $L_{r,Nacht}$ für urbanen Gewerbelärm korrelieren mit r = 0,898 hoch miteinander (p < 0,001, wobei p die Irrtumswahrscheinlichkeit darstellt). Deutlich geringer fallen die Korrelationen zwischen den Lärmreaktionen wie der Lärmbelästigung und den Schlafstörungen durch urbanen Gewerbelärm mit den jeweiligen Expositionsmaßen aus. So liegen die Korrelationen zwischen L_{den} für urbanen Gewerbelärm und der Lärmbelästigung insgesamt sowie der Straßenverkehrsbelästigung bei r = 0,060 (p < 0,05) und r = 0,057 (p < 0,05). Die Korrelation für die Belästigung durch den urbanen Gewerbelärm in den vergangenen zwölf Monaten fällt zudem geringer aus (r = 0,105; p < 0,001) als die Belästigung durch urbanen Gewerbelärm vor der Corona-Pandemie (r = 0,119; p < 0,001). Ursächlich könnte hierfür sein, dass sich die Expositionsmaße auf die Zeit vor der Corona-Pandemie beziehen. Von den vier unterschiedlichen Einzelarten von urbanem Gewerbelärm weist nur die Belästigung durch Gastronomiebetriebe einen signifikanten Zusammenhang mit den Expositionsmaßen L_{den} (r = 0,167; p < 0,001) und $L_{r,Nacht}$ (r = 0,204; p < 0,001) auf.

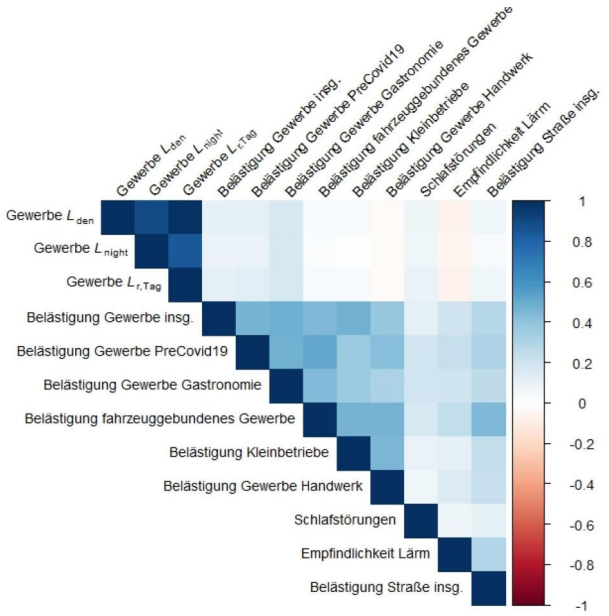

Bild 1 Korrelationen zwischen Expositionsmaßen und Wirkungsmaßen. Anmerkung: Blau stellt eine positive Korrelation dar und Rot eine negative Korrelation. Dunklere Farben spiegeln höhere Korrelationen zwischen den beiden Variablen wider. *Grafik: ZEUS GmbH*

$L_{r,Nacht}$ und die selbstberichteten Schlafstörungen korrelieren ebenfalls signifikant miteinander (r = 0,145; p < 0,001). Signifikante Zusammenhänge zeigen sich weiterhin zwischen den selbstberichteten Schlafstörungen und allen Lärmbelästigungswerten, wobei die Korrelation mit der urbanen Gewerbelärmbelästigung vor der Corona-Pandemie am höchsten ausfällt (r = 0,560; p < 0,001).

Die Korrelationen zwischen der Belästigung durch urbanen Gewerbelärm und den entsprechenden Expositionsmaßen für urbanes Gewerbe fallen damit geringer aus, als es aus dem Verkehrslärmbereich bekannt ist (z. B. beträgt in einer Meta-Analyse zwischen der Fluglärmbelästigung und L_{den} oder L_{dn} die Korrelation r = 0,436; [28]).

Um die Lärmwirkung urbanen Gewerbelärms zu untersuchen, wurden logistische Regressionen für die relevanten Wirkungsvariablen mit den entsprechenden akustischen Expositionsmaßen gerechnet. Diese Wirkungsvariablen bilden zum einen die Anteile hochbelästigter Personen durch urbanen Gewerbelärm insgesamt in den letzten zwölf Monaten und vor der Corona-Pandemie sowie einzelne Gewerbelärmarten (Gastronomie, fahrzeuggebundenes Gewerbe, Handwerk und Werkstätten) ab. Eine Person wurde dabei gemäß ISO/TS 15666:2021 [29] als hochbelästigt eingestuft, wenn sie auf der fünfstufigen, verbalen Belästigungsskala von 1 bis 5 die Stufen 4 und 5 (*stark* und *äußerst* gestört oder belästigt) angegeben hat (HA_V = *highly annoyed* auf Basis der Verbalskala). Weiterhin wurden Regressionen für den Anteil hochschlafgestörter Personen durch urbanen Gewerbelärm für Schlafstörungen insgesamt als auch getrennt nach Ein-, Durch- und Ausschlafstörungen berechnet. Die Definition einer Person als hoch durch Lärm schlafgestört (HSD = *highly sleep disturbed*) folgt dabei der Definition für hohe Belästigung.

Die Ergebnisse der einfachen logistischen Regressionen zeigen, dass ein 1-dB-Anstieg in Gewerbe L_{den} das Verhältnis zwischen der Wahrscheinlichkeit, durch urbanen Gewerbelärm hoch belästigt zu

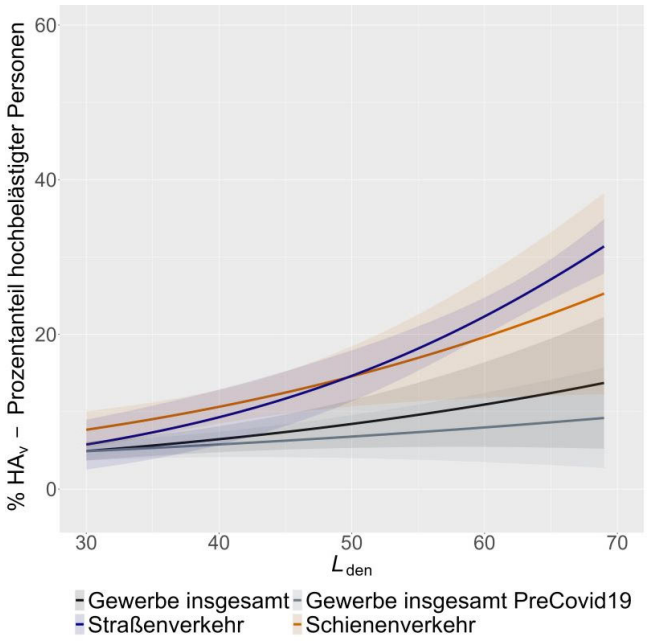

Bild 2 Expositions-Wirkungsbeziehungen für L_{den} und %HAV durch urbanen Gewerbelärm insgesamt und vor der Corona-Pandemie sowie Straßen- und Schienenverkehrslärm (N = 792-1 275). *Grafik: ZEUS GmbH*

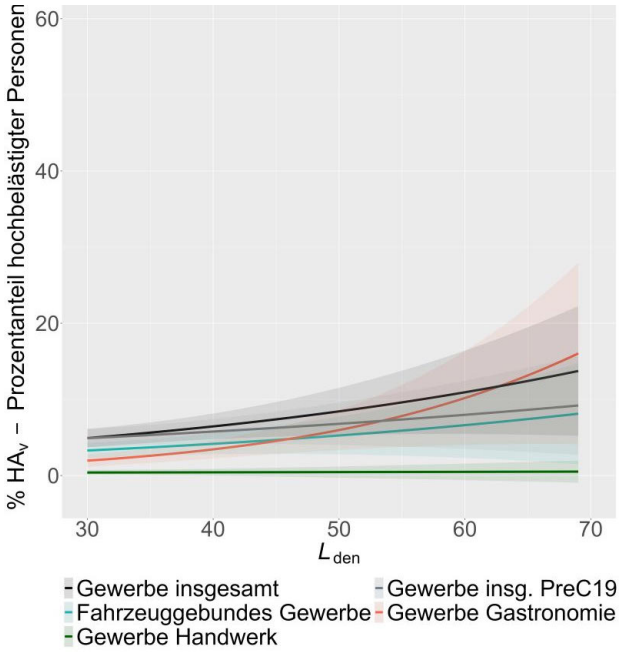

Bild 3 Expositions-Wirkungsbeziehung für L_{den} und %HAV durch urbanen Gewerbelärm insgesamt, vor der Corona-Pandemie sowie spezifisch für fahrzeuggebundenes Gewerbe, Gastronomie und Handwerk (N = 1 275). *Grafik: ZEUS GmbH*

sein, und der Wahrscheinlichkeit, nicht hoch belästigt zu sein, um 3 % erhöht ($p < 0{,}01$).) Ebenso ist das Risikoverhältnis, durch Straßenverkehrslärm hoch versus nicht hoch belästigt zu sein, um 5,3 % höher je 1-dB-Anstieg im Expositionsmaß für urbanen Gewerbelärm L_{den} ($p < 0{,}001$). Die Gewerbelärmbelästigung vor der Corona-Pandemie ist hingegen nicht signifikant mit dem L_{den} assoziiert ($p > 0{,}05$). Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass den Teilnehmenden aufgrund der großen Zeitspanne seit Beginn der Corona-Pandemie eine Einschätzung zur Prä-Corona-Belästigung schwerfiel.

Die Expositionswirkungsbeziehungen für L_{den} und die Lärmbelästigung durch Gewerbelärm im Vergleich zum Straßen- und Schienenverkehrslärm sind in **Bild 2** dargestellt. Es zeigt sich, dass die Kurven zur Belästigung durch urbanen Gewerbelärm insgesamt und vor der Corona-Pandemie deutlich flacher ausfallen als die Kurven zur Straßen- und Schienenverkehrsbelästigung (vgl. Bild 2). In **Bild 3** sind die Expositionswirkungsbeziehungen für L_{den} und die Belästigung durch urbanen Gewerbelärm insgesamt vor der Corona-Pandemie und für drei einzelne Gewerbearten zu sehen. Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass die Kurve zur Belästigung durch gastronomische Betriebe steiler ist als die Kurven zur Belästigung durch fahrzeuggebundenes und handwerkliches Gewerbe. Darüber hinaus ist ab einem dB-Wert von etwa 63 dB L_{den} der %HA$_V$ durch Gastronomiebetriebe höher als der %HA$_V$ für die Gewerbelärmbelästigung insgesamt (vgl. Bild 3).

In Bezug auf die logistischen Regressionen für das Expositionsmaß $L_{r,Nacht}$ für nächtlichen urbanen Gewerbelärm und den vier Wirkungsvariablen für die selbstberichteten Schlafstörungen (Schlafstörungen insgesamt, Störungen beim Einschlafen, Durchschlafen und Ausschlafen) zeigen sich durchweg signifikante (Odds Ratios; Wahrscheinlichkeitsverhältnisse). Die Expositionswirkungsbeziehungen für den Anteil hoch schlafgestörter Personen (%HSD) sind in **Bild 4** zu sehen. Die drei Kurven zu den Ein-, Durch- und Ausschlafstörungen sind hierbei höher als die Kurve zu den selbstberichteten Schlafstörungen insgesamt. Dabei ist das Einschlafen und Durchschlafen durch urbanen Gewerbelärm am stärksten beeinflusst.

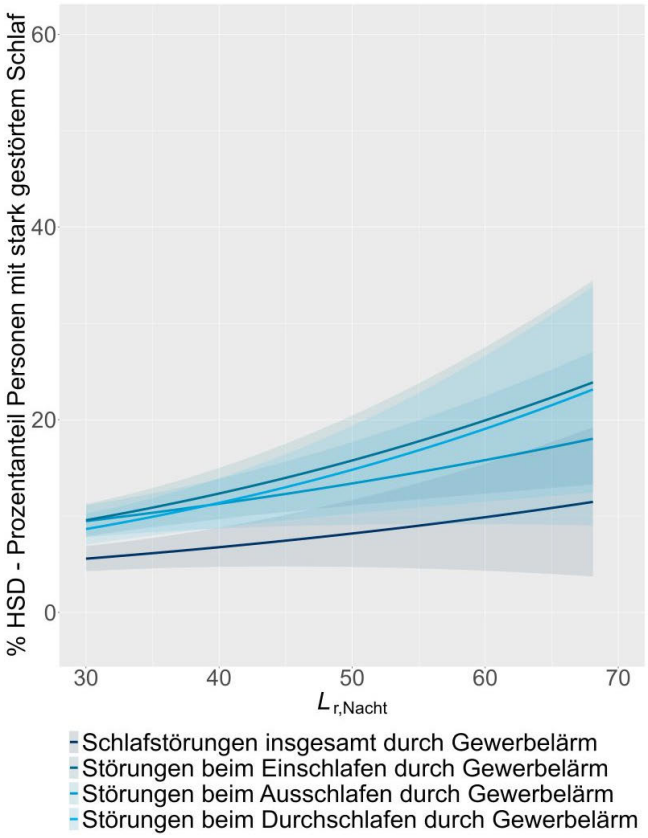

Bild 4 Expositions-Wirkungsbeziehungen für $L_{r,Nacht}$ und %HSD durch urbanen Gewerbelärm insgesamt, beim Einschlafen, Störungen beim Durchschlafen und Störungen beim Ausschlafen (N = 1 274). *Grafik: ZEUS GmbH*

4 Kritische Würdigung

Die hier ermittelten Expositionswirkungskurven helfen zu verstehen, wie sich die Geräuschsituation in verdichteten Gebieten auf die Anwohnenden auswirkt. Die Untersuchungsgebiete weisen die typischen Strukturen städtischer Nachverdichtung auf, doch es zeigt sich, dass die zulässigen Immissionsrichtwerte gleichwohl überwiegend eingehalten werden. Dass „trotzdem" und gerade auch bei errechneten Beurteilungspegeln, die deutlich unter den zulässigen Immissionsrichtwerten liegen, die Befragten von Schlafstörungen berichteten, zeigt, dass die gleichfalls identifizierte Zustimmung zur „Stadt der kurzen Wege" nicht spiegelbildlich ist mit einer Duldung der Lärmbelastung durch die Bevölkerung. Dabei zeigt der urbane Gewerbelärm einige Besonderheiten auf. Insbesondere die Geräuschquelle Gastronomie mit ihren spezifischen Öffnungszeiten scheint geeignet, die selbstberichteten Schlafstörungen zu erhöhen. Andererseits ist auch erneut bestätigt worden, dass insbesondere der Straßenverkehrslärm, der letztlich aber auch in Teilen ein Ergebnis der Funktionsmischung ist, zu Belästigungs- und Störungsreaktionen in der Bevölkerung führt.

Diese Erkenntnisse lassen die Forschenden zu der Empfehlung kommen, dass eine weitere Erhöhung der zulässigen Immissionsrichtwerte den Gesundheitsschutz der Bevölkerung nicht ausreichend berücksichtigt. Da die Diskussionen um das Ermöglichen weiterer Nachverdichtung nicht abreißen, scheint dieser Hinweis auf die gesundheitlichen Belange angebracht. Die Praxis zeigt, dass es nicht zwingend die Immissionsrichtwerte für den Beurteilungszeitraum Tag sind, die nicht eingehalten werden können, sondern der Beurteilungszeitraum Nacht in Höhe von 45 dB(A) setzt der Planung urbaner Gebiete erhebliche Grenzen. Im Zuge dieser weiteren politischen Diskussion wurden von der Umweltministerkonferenz (UMK) und von der Bauministerkonferenz (BMK) eine „Gemeinsame Arbeitsgruppe zu Zielkonflikten zwischen Innenentwicklung und Immissionsschutz" eingerichtet. Diese hat am 24.09.2020 ihren Abschlussbericht veröffentlicht [17]. Vor dem Hintergrund der Auswertung von zahlreichen Praxisbeispielen stellte die Untergruppe „Lärm" fest, „dass bereits mit dem vorhandenen bau- und immissionsschutzrechtlichen Instrumentarium die ganz überwiegende Zahl der Lärmkonflikte bei heranrückender Wohnbebauung an bestehende gewerbliche bzw. industrielle Nutzung gelöst werden können"(Abschlussbericht, Nr. 3.6.1., S. 47).

Urbane Gebiete als Möglichkeit der Verdichtung der Innenbereiche flossen dabei, aufgrund der bisher geringen Vollzugserfahrungen, in die Bewertung nicht ein. Da aber nicht ausgeschlossen werden kann, dass in der Praxis möglicherweise doch Lärmkonflikte bei heranrückender Wohnbebauung auftreten könnten, mündete die Beratung im Wesentlichen in dem Vorschlag, eine sog. Experimentierklausel in die TA Lärm einzuführen. Dem Vorschlag der Arbeitsgruppe ist sowohl die UMK als auch die BMK per Beschluss gefolgt. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz hat in der vergangenen 19. Legislaturperiode des Deutschen Bundestages einen Entwurf zur Änderung der TA Lärm erarbeitet, mit dem eine Experimentierklausel für heranrückende Wohnbebauung in die TA Lärm aufgenommen werden soll. Die in der 19. Legislaturperiode begonnene Ressortabstimmung dieses Entwurfs wurde im Herbst 2021 gestoppt, in der 20. Legislaturperiode wieder aufgenommen und ruht aktuell.

Erkenntnisse aus der Belästigungsbefragung können auch zur Einschätzung über die vorgeschlagene Experimentierklausel verwendet werden: Offenkundig bleibt festzuhalten, dass wie oben erwähnt der Straßenverkehrslärm auch in dieser Untersuchung die dominierende und am stärksten belästigende Lärmquelle im innerstädtischen Bereich darstellt. Tragfähige städtebauliche Planungen können aus Lärmschutzsicht deswegen nur dann Erfolg haben, wenn eine gesamtheitliche Betrachtung aller Lärmquellen erfolgt. Weiterhin zeigt sich, dass die Bewertung der Wohnumgebung stärker mit dem Maximalpegel als mit dem Mittelungspegel des Gewerbelärms zusammenhängt. Das verweist auf die Bedeutung von lauten Einzelereignissen, die offenbar auch oder gerade dann, wenn sie seltener auftreten, in Erinnerung bleiben und die wahrgenommene Aufenthaltsqualität im Außenwohnumfeld und Attraktivität der Nachbarschaft beeinflussen.

Die Ergebnisse dieser Studie zur Bedeutung des Gewerbelärms für die exponierte Bevölkerung beziehen sich auf urbanen Gewerbelärm in funktionsgemischten, verdichteten Räumen. Ob die hier identifizierte Expositionswirkungsbeziehung auch für andere Gewerbearten und Industrieanlagen gilt, kann angesichts der Heterogenität in der Belästigungswirkung von Industrie- und Gewerbelärm [18] bezweifelt werden. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf in der Analyse der Wirkung von Gewerbe- und Industrielärm in angrenzenden Wohnbauflächen.

Während die Notwendigkeit einer Gesamtlärmbewertung gerade in urbanen Räumen mit diesem Forschungsvorhaben erneut erkennbar geworden ist, so stellt sich die Frage, ob generell in verschiedensten Gebieten unterschiedlicher Flächennutzungsart und verschiedenen Ausprägungen der differenziellen Geräuschbelastung, d. h. der Geräuschbelastung durch eine Einzelquellenart im Verhältnis zur Hintergrundbelastung, eine Gesamtlärmbewertung immer zielführend ist. Es ist nicht auszuschließen, dass Besonderheiten in der Lärmwirkung von Einzelquellenarten, z. B. die erhöhte Fluglärmbelästigung in ansonsten gering geräuschbelasteten Gebieten, d. h. bei höherer Emergenz [21], bei einer Gesamtlärmbewertung nicht erkannt werden. Auch hierzu besteht weiterer Forschungsbedarf.

Die in dieser Studie erkannte besondere Belästigungswirkung der Gastronomiegeräusche wirft wiederum die Frage auf, ob eine Tag-Nacht-Unterscheidung für die Bewertung der Wirkung von Umgebungslärm ausreicht oder eine stärkere tageszeitliche Differenzierung, z. B. die gesonderte Betrachtung der Abendzeit, nicht wirkungsadäquater ist.

Schließlich hat die Untersuchung gezeigt, dass die Belästigung und (Schlaf-)Störungen und deren weitere gesundheitliche Folgen nach wie vor zu den wichtigsten Wirkungen des Lärms zählen, dass aber auch die Wahrnehmung und Bewertung der Wohnqualität und der Aufenthaltsqualität durch den Lärm beeinflusst sind. Der Umgebungslärm (hier: urbaner Gewerbelärm) besitzt also weitreichendere Folgen für das Wohnen und Alltagsleben der Bevölkerung, die mit der Abfrage von z. B. der Lärmbelästigung mit einer Einzelfrage – so das übliche standardisierte Vorgehen nach ISO/TS 15666 [14] – nicht erfasst werden.

Zu empfehlen ist es daher, diese weiterreichenden, möglicherweise durch Umgebungslärm beeinflussten Aspekte des Alltags der Wohnbevölkerung in künftigen Wirkungsforschungsvorhaben ebenfalls zu erheben. Denn offenbar sind es teils verschiedene akustische Aspekte des Umgebungslärms, die sich auf unterschiedliche Wirkungsbereiche verschieden auswirken, wie die Ergebnisse zur unterschiedlichen Bedeutung von Mittelungspegel und Maximalpegel des Gewerbelärms für die Wahrnehmung der Qualität des

Außenwohnumfelds zeigen. Mit welchen akustischen Kenngrößen welche Wirkungsarten am besten beschrieben werden können, sollte in künftigen Studien eruiert werden, um entsprechend effektive Maßnahmen zum Schutz vor Lärm ableiten zu können. ■

Literatur

[1] Baunutzungsverordnung (BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21.11.2017 (BGBl. I S. 3786), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 14.06.2021 (BGBl. I S. 1802).

[2] Bundestags-Drucksache, Amtl. Begründung, BT-Drs. 18/10942, S. 32 (56).

[3] *Schink, A.*: Urbane Gebiete – Das Ende des hinter der Baugebietstypisierung stehenden Trennungsgrundsatzes? In: UPR 5/2018, S. 168-172.

[4] *Scheidler, A.*: Anpassung der Sportanlagenlärmschutzverordnung (18. BImSchV) an den neuen Baugebietstypus Urbane Gebiete (§ 6a BauNVO). In: VR Verwaltungsrundschau 12/2017, S. 397-402.

[5] Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm). Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 26.08.1998 (GMBl. 1998 S. 503), zuletzt geändert durch die Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5).

[6] Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie 2014/52/EU im Städtebaurecht und zur Stärkung des neuen Zusammenlebens in der Stadt vom 04.05.2017. BGBl. I 2017, S. 1057.

[7] Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 03.11.2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 20.07.2022 (BGBl. I S. 1353) geändert worden ist.

[8] Planzeichenverordnung vom 18.12.1990 (BGBl. 1991 I S. 58), die zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 14.06.2021 (BGBl. I S. 1802) geändert worden ist.

[9] Beschluss vom 28. Oktober 2019 – 1 CS 19.1882 –, juris, Rn. 6. Hrsg.: Bayerischer Verwaltungsgerichtshof, 2019.

[10] Abschlussbericht „Minderung des Gewerbelärms in Städten". Hrsg.: Umweltbundesamt (UBA), noch unveröffentlicht.

[11] Bundesverwaltungsgericht (BVerwG), Urteil vom 29.11.2012, Az. 4 C 8.11, juris.

[12] DIN 18005-1 (2002-07): Schallschutz im Städtebau – Grundlagen und Hinweise für die Planung, Beuth Verlag.

[13] Beiblatt 1 zur DIN 18005-1 (1987-05): Schallschutz im Städtebau – Berechnungsverfahren, Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung, Beuth Verlag.

[14] DIN 18005 (2022-02) – Entwurf Schallschutz im Städtebau – Grundlagen und Hinweise für die Planung und DIN 18005 Beiblatt 1 (2022-02) – Entwurf Schallschutz im Städtebau – Berechnungsverfahren – Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung (beides Beuth Verlag).

[15] *Battis, U., Krautzberger, M., Löhr, R.-P.*: BauGB-Kommentar, 14. Auflage, § 1, Rn. 115, 2019.

[16] Bundesverwaltungsgericht (BVerwG) 4 C 8.11, juris.

[17] Gemeinsame AG BMK/UMK zu Zielkonflikten zwischen Innenentwicklung und Immissionsschutz (Lärm und Gerüche), 2020, S. 22f.

[18] *Brown, A. L.* & *van Kamp, I.*: Response to a change in transport noise exposure: Competing explanations of change effects. The Journal of the Acoustical Society of America, 125 (2), 2009, 905-914. *https://doi.org/10.1121/1.3058636*

[19] *Preuß, T., Bunzel, A.* et al.: Gute Praxisbeispiele kompakter und zugleich lärmarmer städtischer Quartiere. Auftraggeber: Umweltbundesamt (UBA), UBA Texte 195/2020.

[20] Parkplatzlärmstudie – 6. überarbeitete Auflage. Hrsg.: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg 2007.

[21] Betriebstypenkatalog. Forum UBA Schall, Fassung des Datenkatalogs, Stand 2016. Hrsg.: Umweltbundesamt Österreich, Wien 2016.

[22] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-19), Ausgabe 2019. Hrsg.: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV), Köln 2019.

[23] Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03) (BGBl. I 2014 S. 2271-2313), Anlage 2 zu § 4 der Verkehrslärmschutzverordnung, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18.12.2014 (BGBl. I S. 2269).

[24] DIN ISO 9613-2 Norm 1999-10 Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren (ISO 9613–2:1996), Beuth Verlag.

[25] DIN 45687 Norm 2006-05 Akustik – Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmission im Freien – Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen, Beuth Verlag.

[26] DIN 1333 Norm 992-02 Zahlenangaben, Beuth Verlag.

[27] *Fields, J. M.*; *DeJong, R. G.*; *Gjestland, T.*; *Flindell, I. H.*; *Job, R. F. S.*; *Kurra, S.* et al.: Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: Research and a recommendation. In: Journal of Sound and Vibration, 242 (4), 2001, S. 641-679.

[28] *Guski, R.*; *Schreckenberg, D.*; *Schuemer, R.*: WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Annoyance. In: International Journal of Environmental Research and Public Health, 14 (12), 2017, S. 1539. *doi:10.3390/ijerph14121539*

[29] Acoustics – Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys. Hrsg.: International Organization for Standardization ISO/TS 15666 (ISO/TS 15666:2021), Geneva, Switzerland, 2021.

[30] *Hellbrück, J.* & *Kals, E.*: Umweltpsychologie. Hrsg.: VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden 2012.

[31] *Miedema, H. M. E.* & *Vos, H.*: Noise annoyance from stationary sources: relationships with exposure metric day-evening-night level (DENL) and their confidence intervals. Journal of the Acoustical Society of America, 116, 2004, 334-343.

[32] *Schreckenberg, D.*; *Belke, C.*; *Wothge, J.*; *Guski, R.*: The role of sound emergence for aircraft noise annoyance. Proceedings of INTER-NOISE 2022, Glasgow, UK, 21-24 August 2022.

Henning Arps
GeräuscheRechner PartG mbB, Beratende Ingenieure Arps & Wempe, Hildesheim
Sarah Benz
Julia Kuhlmann
Dirk Schreckenberg
ZEUS GmbH, Zentrum für angewandte Psychologie, Umwelt- und Sozialforschung (Hagen)
Silvia Schütte
Öko-Institut e.V., Darmstadt
Umweltbundesamt (UBA), Dessau-Rosslau

© VDI Fachmedien GmbH & Co. KG, Düsseldorf 2022